

## **CARACTERIZAÇÃO MORFO-AGRONÔMICA DO BANCO DE GERMOPLASMA DE PINHÃO MANSO**

Bruno Galveas Laviola, Embrapa Agroenergia, bruno.laviola@embrapa.br

Leonardo Lopes Bhering, Embrapa Agroenergia, leonardo.bhering@embrapa.br

Julio Cesar Albrecht, Embrapa Cerrados, julio@cpac.embrapa.br

Saulo de Sousa Marques, Bolsista, Embrapa, saulo\_agronomia@hotmail.com

Tatiana Barbosa Rosado L., Pós-doutoranda, UFV, tatianarosado@yahoo.com.br

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi fazer a caracterização preliminar da diversidade genética no banco de germoplasma de pinhão manso com base na avaliação fenotípica de seis meses após o plantio (MAP). O estudo foi realizado com 185 acessos de pinhão manso do banco de germoplasma, que estão implantados em delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, sendo cinco plantas por parcelas no espaçamento 4 x 2 m. Aos seis meses após a implantação do banco de germoplasma é possível concluir que existe variabilidade genética no banco de germoplasma para os caracteres avaliados. Porém, verificou-se que os caracteres quantitativos avaliados sofrem alta modulação ambiental aos seis MAP, sendo constatada pelos médios/baixos valores de herdabilidade. Existe correlação parcial positiva entre as características Altura e altura da primeira inflorescência (API) e Juvenilidade e API e correlação negativa entre Altura e Juvenilidade. Os caracteres quantitativos que melhor contribuíram para a divergência genética entre os acessos em ordem decrescente são: volume de copa, juvenilidade, diâmetro de caule, projeção da copa na entre linha, número de ramos secundários, projeção da copa na linha, altura e altura da 1ª inflorescência. Em relação a caracteres qualitativos, foram identificados formato de folha, tamanho de pedúnculo da inflorescência e formato de fruto.

**PALAVRAS CHAVE:** *Jatropha curcas* L.; Recursos genéticos; Melhoramento genética; Biodiesel.

## INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene, monóica, pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* spp.). Acredita-se que a *Jatropha* seja originária da América Central; porém, vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil (LAVIOLA et al., 2009). É um arbusto de crescimento rápido, caducifólio, que pode atingir mais de 5 m de altura. Os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 de diâmetro, trilocular, contendo via de regra 3 sementes, sendo uma semente por lóculo. As sementes medem de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e de 1 a 1,3 cm de largura, representam entre 53 a 79% do peso do fruto e apresentam teor de óleo variando entre 33 e 38 % (SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007).

A adoção do pinhão manso como uma cultura potencial para atender ao programa nacional de produção de biodiesel se deve principalmente ao elevado potencial de rendimento de grãos, por ser uma espécie não alimentar e devido ao seu manejo ser compatível com o perfil da agricultura familiar. A oleaginosa vem sendo implantada em diversas regiões do Brasil, porém os genótipos usados nos plantios são geneticamente desconhecidos, não existindo ainda cultivares melhorados, sobre os quais se tenha informações e garantias do potencial de produção nas diversas regiões produtoras (LAVIOLA et al., 2009).

Nos programas de melhoramento de plantas a informação quanto à diversidade genética dentro de uma espécie é essencial para o uso racional dos recursos genéticos (LOARCE et al., 1996). O conhecimento da diversidade genética entre um grupo de genitores é importante, sobretudo para identificar combinações híbridas de maior heterozigose e de maior efeito heterótico. Maurya & Singh (1977) relatam que devem ser usados, em programa de melhoramento, genitores com ampla diversidade genética para caracteres de interesse visando produzir melhores tipos segregantes. O uso de genitores com insuficiente diversidade genética na formação de populações para hibridação reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos (FEHR, 1987). Os estudos sobre a diversidade genética nas coleções de germoplasma podem ser realizados a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa ou quantitativa (MOREIRA et al., 1994). No estudo podem ser utilizados vários métodos, cuja escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (CRUZ, 2005; CARVALHO et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi realizar aos seis meses após o plantio (MAP) a caracterização do banco de germoplasma de pinhão manso através de descritores morfo-

agronômicos quantitativos e qualitativos visando a incorporação de genótipos promissores no programa de melhoramento da espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O banco de germoplasma foi constituído a partir de coletas de sementes de *Jatropha curcas* L. entre os meses de dezembro de 2007 e maio de 2008 em diferentes locais, coleções e plantios do Brasil. Os locais de coleta dos acessos foram fotografados, geo-referenciados e descritos, assim como o aspecto da planta, e anotados em uma ‘ficha de coleta’ para constituírem os dados de passaporte. Ao fim do período de coleta foram reunidas 195 procedências de pinhão manso, sendo que 185 procedências foram utilizadas neste trabalho, por apresentarem informação de mais de uma repetição. Em uma segunda fase, visando ampliar a base genética no banco de germoplasma, serão realizadas prospecções em países onde está o provável centro de origem e/ou de diversidade da espécie. A coleção de germoplasma está implantada em área experimental localizada em Planaltina, DF, por intermédio de uma parceria entre Embrapa Agroenergia e Embrapa Cerrados.

As sementes das procedências de pinhão manso foram germinadas diretamente em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial acrescido de superfosfato simples na dose de 5 kg/m<sup>3</sup>. Decorridos 60 dias após o plantio, na segunda quinzena de novembro/2008, o banco de germoplasma foi implantado em delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições e 5 plantas por parcela no espaçamento 4 x 2 m.

A caracterização fenotípica do banco de germoplasma está sendo realizada com descritores morfo-agronômicos agrupados em componentes de produção, características agronômicas e descritores de interesse específico avaliados aos 3, 6, 12, 18, 24, 36, 48 e 60 meses após o plantio (MAP). Os componentes de produção representam variáveis primárias que interferem diretamente no produto econômico (grãos ou óleo) da planta de pinhão manso. Nas características agronômicas estão medidas secundárias da planta que interferem direta e indiretamente nos componentes de produção e auxiliam na distinguibilidade entre acessos. Os descritores de interesse específico são características da planta que valorizam o produto comercial ou seus resíduos e co-produtos. Neste trabalho serão apresentados resultados referentes à avaliação de seis MAP, sendo avaliadas as características variáveis: número de ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa na linha (PC<sub>linha</sub>, m), projeção da copa na entrelinha (PC<sub>entre</sub>, m), volume da copa (VC, m<sup>3</sup>).

O volume de copa foi estimado pela aproximação do volume de um cilindro de base elíptica:

$$V_{copa} = \left( \pi \cdot \frac{D_1}{2} \cdot \frac{D_2}{2} \right) h, \text{ em que}$$

$V_{copa}$ : volume de copa ( $m^3$ ),  $\pi$ : 3,14159,  $D_1$ : diâmetro de copa no maior espaçamento (m),  $D_2$ : diâmetro de copa no menor espaçamento (m),  $h$ : altura (m).

Além da caracterização fenotípica através de descritores quantitativos, os acessos estão sendo avaliados através de observações em campo para características qualitativas, como formato de folhas e formato de frutos e tamanho do pendúnculo da inflorescência.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os parâmetros genéticos estimados. Posteriormente procedeu-se a análise de diversidade genética entre acessos com base na distância generalizada de Mahalanobis, uma vez que os experimentos foram conduzidos com repetições. Após gerada a matriz de distâncias realizou-se a análise de agrupamento com base na ligação média entre grupos (UPGMA). Foi feito ainda o cálculo da contribuição de cada variável para a divergência genética com base no método proposto por SINGH (1981). Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ et al., 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são informações preliminares e fazem parte do cronograma de caracterização do banco de germoplasma referente à avaliação de seis meses após o plantio (MAP). Na avaliação foi observada diferença significativa entre os tratamentos a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas (Tabela 1).

A característica número de ramos secundários (NRS) é um dos componentes de produção mais interessantes para o programa de melhoramento genético. O pinhão manso produz inflorescências em gemas terminais de ramos crescidos no ano corrente, sendo a produção de frutos dependente de maior número de ramos (SATURNINO et al., 2005). A modulação ambiental sofrida pela característica NRS foi responsável pelo alto coeficiente de variação do experimento (CV) e também pela baixa herdabilidade encontrada para a característica (30,47 %). Neste mesmo sentido, outra característica que poderá ter influência positiva na produção do pinhão manso é o volume de copa, cuja herdabilidade foi mais alta (62,51 %) que NRS. No entanto, com as informações de produção de grãos e de óleo do

primeiro e segundo anos a relação das características com a produção poderá ser mais bem estudada.

Outras características que podem ser interessantes ao melhoramento da espécie são Altura de Plantas e Altura da Primeira Inflorescência (API) (Tabela 1). A seleção de genótipos de porte baixo facilita a colheita manual de frutos e pode permitir arranjos com maior densidade de plantas.

Devido ao fato da avaliação ter sido realizada para características que sofrem grande efeito do ambiente e em fases de crescimento da planta, os valores de herdabilidade ( $h^2$ ) foram médios/baixos para as características avaliadas. Espera-se que nas próximas avaliações o valor de herdabilidade seja maior e possa se praticar seleção para genótipos com ganhos significativos para características de interesse (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância das variáveis números de ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa na linha ( $PC_{linha}$ , m), projeção da copa na entrelinha ( $PC_{entre}$ , m), volume da copa ( $VC$ ,  $m^3$ ), juvenilidade (dias), APF (altura da 1 inflorescência, m) avaliadas aos seis meses após o plantio

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		NRS	Altura	DC	$PC_{linha}$	$PC_{entre}$	VC	Juvenil.	API
Blocos	1	514,46	0,063	4021,09	9,623	6,41	29,07	30542	0,026
Genótipos	185	4,78**	0,065**	90,02**	0,11**	0,11**	0,74**	887,2**	0,046**
Entre parcelas	185	3,32	0,024	54,46	0,0711	0,073	0,27	384,8	0,021
Dentro de parcelas	1370	1,44	0,012	24,36	0,030	0,030	0,09	188,9	0,013
Média		2,71	1,35	65,61	0,88	0,88	0,86	141,51	1,15
$h^2$ (%)		30,47	61,89	39,50	37,85	37,34	62,51	56,63	54,46
CV (%)		32,83	5,72	5,49	14,80	14,93	29,83	6,77	6,19

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 2 estão as correlações simples e parciais entre as características avaliadas de pinhão manso aos seis MAP. A correlação simples em certos casos pode produzir equívocos da relação que há entre duas variáveis, podendo não ser uma medida real de causa e efeito. Assim, um alto ou baixo coeficiente de correlação entre duas variáveis pode ser resultado do efeito que, sobre essas duas variáveis, tem uma terceira variável ou um grupo de variáveis. Já a correlação parcial é uma medida mais informativa sobre a relação entre variáveis, pois na estimativa do coeficiente de correlação é removido o efeito de outras variáveis sobre a associação em estudo (Cruz et al., 2004). Considerando coeficientes de correlações acima de 60 %, no estudo foram observadas correlações parciais positivas e significativas entre as características Altura e API e Juvenilidade e API e correlação negativa entre Altura e Juvenilidade. Genótipos com maior altura tendem a apresentar maior altura da 1ª inflorescência, bem como, os genótipos mais tardios (maior período juvenil) tendem a apresentar maior altura da primeira inflorescência. Além disso, genótipos que apresentam

maior altura da primeira inflorescência tiveram tendência de apresentar menor período juvenil.

Tabela 2. Correlações simples e parciais entre as variáveis números de ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa na linha (PC<sub>linha</sub>, m), projeção da copa na entrelinha (PC<sub>entre</sub>, m), volume da copa (VC, m<sup>3</sup>), juvenilidade (dias), APF (altura da 1ª inflorescência, m) avaliadas aos seis meses após o plantio

	Correlação	NRS	Altura	DC	PC <sub>linha</sub>	PC <sub>entre</sub>	VC	Juv	API
NRS	Simples		-0,09	0,44	0,54	0,55	0,42	0,16	-0,11
	Parcial		-0,15*	0,17*	0,18*	0,28*	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>
Altura	Simples			0,34	0,30	0,33	0,51	-0,19	0,74
	Parcial			0,03 <sup>ns</sup>	-0,26**	-0,13 <sup>ns</sup>	0,39**	-0,65**	0,79**
DC	Simples				0,65	0,61	0,60	-0,15	0,30
	Parcial				0,31**	0,13 <sup>ns</sup>	-0,15*	-0,12 <sup>ns</sup>	0,17*
PC <sub>linha</sub>	Simples					0,84	0,88	-0,18	0,22
	Parcial					-0,03 <sup>ns</sup>	0,65**	-0,08 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
PC <sub>entre</sub>	Simples						0,89	-0,17	0,23
	Parcial						0,64**	-0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
VC	Simples							-0,19	0,36
	Parcial							0,06 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>
Juv	Simples								0,34
	Parcial								0,74**
API	Simples								
	Parcial								

\*\* e \* significativos a 1 e 5 % pelo teste t, respectivamente.

Dentre as características morfo-agronômicas avaliadas aos seis meses após o plantio o volume de copa (VC) foi a que mais contribuiu para a diversidade entre os acessos, seguido da juvenilidade, diâmetro de caule, projeção da copa na entre linha, número de ramos secundários, projeção da copa na linha, altura e altura da 1ª inflorescência (Figura 2). Estudos de contribuição dos caracteres para a diversidade são importantes para selecionar caracteres que mais bem discriminam os acessos e descartar outros que contribuem pouco na discriminação de genótipos de uma determinada espécie. No entanto, as avaliações apresentadas fazem parte da caracterização inicial do banco de germoplasma (6 MAP) e, sendo o pinhão manso uma planta perene, serão necessárias as mais avaliações e, também, de outros caracteres para que possa melhor concluir sobre o descarte de variáveis.

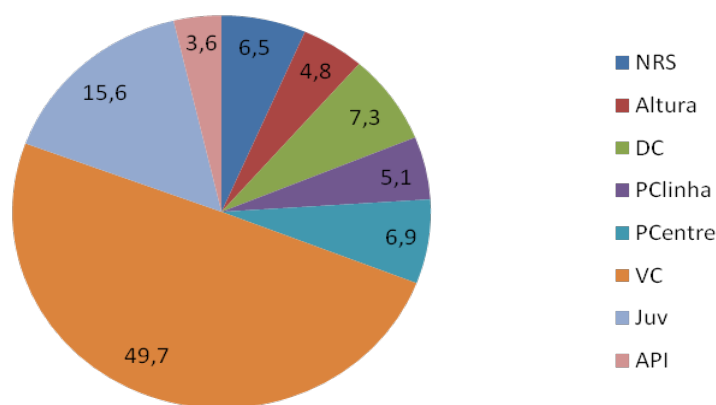


Figura 2. Contribuição relativa de caracteres (%) para diversidade genética obtida pelo método de Singh (1981).

Nas avaliações de descritores qualitativos foram observadas no banco de germoplasma três classes de formato de limbo foliar e de frutos e duas classes de comprimento do pendúculo da inflorescência, conforme pode ser verificado nas Figuras 3 e 4. Dos 185 acessos implantados, 180 apresentam formato de folhas do tipo A, quatro acessos com formato de tipo B e um acesso com o tipo de folha C (Figura 3). Para comprimento do pendúculo da iflorescência, apenas uma acesso no banco de germoplasma apresenta o penduncúlo logo (Figura 4.B). Com relação ao formato de frutos, 180 acessos apresentam frutos no formato elipsóide esférico, 4 com formato elipsóide lanceolado e 1 acesso com o formato de fruto elipsóide ovóide. A listagem de descritores que sofrem pouco efeito ambiental e com alta herdabilidade serão essenciais na distinguibilidade e proteção das futuras cultivares de pinhão manso, já que os descritores quantitativos (regulados por muitos genes) podem sofrer grande variação devido às interações genótipos x ambientes.

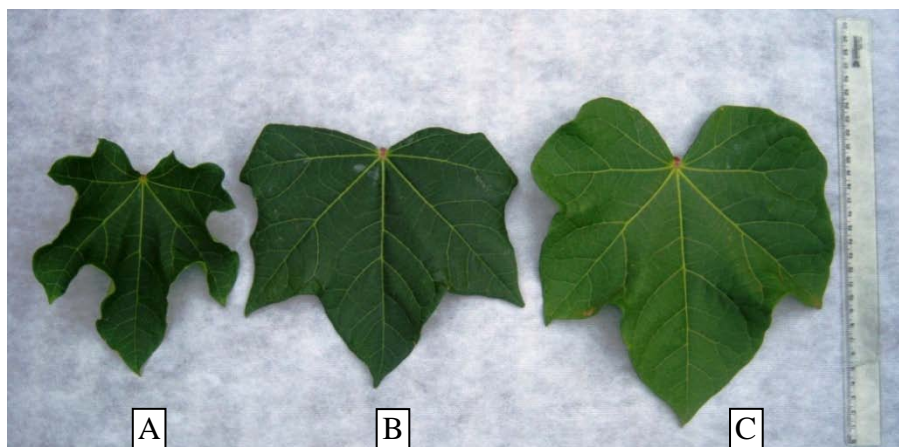


Figura 3. Formato de limbo foliar de acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Fig.3A, limbo pequeno, base em “V” fechado, limbo ondulado, cor verde; Fig. 3B, limbo médio, base em “V” aberto, limbo plano, cor verde escuro; Fig. 3C, limbo grande, base em “V” fechado, limbo semi-ondulado, cor verde clara.



Figura 4. Comprimento do pedúnculo da inflorescência: Fig. 4A, curto, Fig. 4B, longo; Forma de frutos Fig. 4C, fruto elipsóide esférico, Fig. 4D, fruto elipsóide lanceolado, Fig. 4E, fruto elipsóide ovóide.

## CONCLUSÕES OU RESULTADOS ESPERADOS

Aos seis meses após a implantação do banco de germoplasma é possível concluir que existe variabilidade genética no banco de germoplasma para os caracteres avaliados possível de ser explorada em um programa de melhoramento genético para a cultura.

Os caracteres quantitativos avaliados sofrem alta modulação ambiental aos seis MAP, sendo constatada pelos médios/baixos valores de herdabilidade.

Existe correlação parcial positiva entre as características Altura e API e Juvenildade e API e correlação negativa entre Altura e Juvenildade.

Os caracteres quantitativos que mais contribuíram para a divergência genética em ordem decrescente foram: volume de copa, juvenilidade, diâmetro de caule, projeção da copa na entre linha, número de ramos secundários, projeção da copa na linha, altura e altura da 1ª inflorescência. Em relação a caracteres qualitativos, foram identificados formato de folha, tamanho de pedúnculo da inflorescência e formato de fruto.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos produtores, empresas e pesquisadores pela fundamental contribuição nas atividades de prospecção e coleta das procedências de pinhão manso.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIRJ, J.; SANTOS, J. W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S.; **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético - Volume 1**, Viçosa, MG. Editora UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, UFV, 2005, 394p.

DIAS, L. A .S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L) para produção de óleo combustível**. 1. 9d. Viçosa: , 2007. v. 1. 40 p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 536 p.

LAVIOLA, B.G.; ALBRECHT, J.C.; BHERING, L.L.; SATURNINO, H.M. ; MARQUES, S. S.; MENDONÇA, S. ; MARANA, J.C. Recursos genéticos de pinhão manso para produção de biodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, Guarapari, 2009.

LOARCE, Y.; GALLEG0, R.; FERRER, E. A comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. **Euphytica**, Wageningen, v. 88, p. 107-115, 1996.

MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W. dos; OLIVEIRA, S. R. M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994. 115 p.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: v. 26, n. 229. p. 44-78, 2005.